



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



### **[Atribución 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0)**

Esta licencia permite que otros distribuyan, mezclen, adapten y construyan sobre su trabajo, incluso comercialmente, siempre que le reconozcan la creación original. Esta es la licencia más complaciente que se ofrece. Recomendado para la máxima difusión y uso de materiales con licencia.

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

**CONSTANCIA**

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

**“EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL DISTRITO DE TÚPAC AMARU PISCO, 2020”**

Presentado por:

Bach. RAMOS VEGA, Estefanía Del Rosario

ROL DEL AUTOR del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es PORCENTAJE DE SIMILITUD del 15% por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO,

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 28 de febrero de 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA" DE ICA  
FACULTAD DE ING. AMBI. Y SANITARIO - UNIDAD DE INVESTIGACION

Jaime Martínez Hernández  
D. RECTOR



**UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"**  
**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**



**FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA**

**EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN  
AMBIENTAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL DISTRITO DE TÚPAC  
AMARU PISCO, 2020"**

**Línea de investigación:**

**Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles**

**TESIS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. RAMOS VEGA, Estefanía Del Rosario**

**ICA – PERU**

**2022**

# INDICE

	<b>Pág</b>
RESUMEN	05
SUMMARY	06
CONTRACARATULA	07
INTRODUCCIÓN	08
<b>CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES</b>	<b>10</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1.1. Situación problemática	10
1.1.2. Formulación del problema	11
1.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1.2.1. Antecedentes a nivel internacional	12
1.2.2. Antecedentes a nivel nacional	13
1.2.3. Antecedentes a nivel local	15
<b>CAPÍTULO II: ASPECTOS TEÓRICOS</b>	<b>16</b>
2.1. CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL	16
2.1.1. Aguas residuales	18
2.1.2. Tratamiento de aguas residuales	20
2.1.3. Composición de aguas residuales domésticas	21
2.1.4. Planta de tratamiento (PTAR)	22
2.1.5. Principales indicadores para el control del efluente del PTAR	23
2.1.6. Valores admisibles	27
2.2. MARCO CONCEPTUAL	27

2.3. MARCO LEGAL	29
2.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	29
2.4.1. Justificación	29
2.4.2. Importancia	30
2.5. OBJETIVOS	30
2.5.1. Objetivo general	30
2.5.2. Objetivos específicos	31
2.6. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	31
2.6.1. Hipótesis principal	31
2.6.2. Hipótesis específicas	31
2.7. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	32
2.7.1. Variable independiente	32
2.7.2. Variable dependiente	32
2.7.3. Operacionalización de variables	32
<b>CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>33</b>
3.1. METODOLOGIA	33
3.1.1. Tipo, nivel y diseño de la investigación	33
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	33
3.2.1. Población	33
3.2.2. Muestra	33
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	33
3.3.1. Técnicas de recolección de datos	34
3.3.2. Instrumentos de recolección de datos	34
3.3.3. Técnicas de procesamiento, análisis e Interpretación de datos	34
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>36</b>
4.1. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE TUPAC AMARU-PISCO	36
4.1.1. Procedimiento experimental	39
4.1.2. Resultados de los análisis de los parámetros de	43

Medición en campo	
4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	50
CONCLUSIONES	56
RECOMENDACIONES	57
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	58
ANEXOS:	
ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA	60

## RESUMEN

Hoy en día el tratamiento de las aguas residuales, para su correcta disposición, se presenta como un problema de salud inherente a la actividad humana y su proceso de tratamiento implica una gran inversión de capital y altos costos operativos que la mayoría de la población no pueden pagar o financiar. Por lo que este estudio de investigación titulado: EVALUACION DE LOS INDICADORES DE CONTAMINACION AMBIENTAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS DEL DISTRITO DE TUPAC AMARU-PISCO 2020, plantea el problema de investigación: ¿Cuáles son indicadores de contaminación ambiental del efluente de la PTARD del Distrito de Túpac Amaru-Pisco, 2020? y como objetivo: Evaluar los indicadores de contaminación ambiental del efluente de la PTARD del Distrito de Túpac Amaru-Pisco, 2020. Se partió de la hipótesis general: La evaluación de los indicadores de contaminación ambiental del efluente de la PTARD del distrito de Túpac Amaru-Pisco, 2020, determinan su reutilización. La investigación es de tipo aplicada, de nivel descriptivo-transversal y de diseño experimental descriptivo. La muestra es los efluentes de la PTARD Túpac Amaru-Pisco. Se concluye que los parámetros de DQO, Aceites y grasas y Coliformes totales no cumplen con los LMP del D.S. N° 003-2010 MINAM; la T°, pH, DQO5, SST están dentro de los límites permisibles y se puede utilizar este efluente para el riego de cultivos.

**Palabras Claves:** Planta de tratamiento, agua residual, contaminación, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.



## SUMMARY

Today the treatment of wastewater, for its correct disposal, is presented as a health problem inherent to human activity and its treatment process implies a large capital investment and high operating costs that the majority of the population cannot pay or finance. Therefore, this research study entitled: EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL POLLUTION INDICATORS OF THE DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT PLANT OF THE TUPAC AMARU-PISCO DISTRICT 2020, poses the following research problem: What are the indicators of environmental pollution of the effluent of the PTARD of the Tupac Amaru-Pisco District, 2020? And its objective is: To evaluate the indicators of environmental contamination of the effluent of the PTARD of the District of Túpac Amaru-Pisco, 2020. It was based on the general hypothesis: The evaluation of the indicators of environmental contamination of the effluent of the PTARD of the district of Túpac Amaru-Pisco, 2020, determine its reuse. The research is of an applied type, with a descriptive-transversal level and a descriptive experimental design. The sample is the effluents from the Túpac Amaru-Pisco WWTP. It is concluded that the parameters of COD, Oils and fats and Total Coliforms do not comply with the LMP of D.S. No. 003-2010 MINAM; the T<sup>o</sup>, pH, COD<sub>5</sub>, TSS are within the permissible limits and this effluent can be used for crop irrigation.

**Key Words:** Treatment plant, waste water, contamination, physicochemical and microbiological parameters.

**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA**

**TESIS**

**EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN  
AMBIENTAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS  
RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL DISTRITO DE TÚPAC  
AMARU PISCO, 2020”**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN**

**CIENCIAS NATURALES, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. RAMOS VEGA, Estefanía Del Rosario**

## INTRODUCCIÓN

[1] “Una preocupación de la contaminación del agua que proviene de la presencia de las aguas residuales, son las enfermedades que estas pueden generar de manera indirecta tales como: cáncer, diabetes, y enfermedades cardiovasculares. La situación del tratamiento de aguas residuales en el Perú, según la Superintendencia Nacional de Servicio de Saneamiento (SUNASS), menciona que el 70 % de las aguas residuales en el Perú no tienen tratamiento de agua alguno; asimismo, que de las 143 plantas de tratamiento de aguas residuales que existe en el Perú, solo el 14 % cumple con la normatividad vigente para el funcionamiento de las mismas”. El tratamiento de estas aguas, es mediante una combinación procesos físico-químicos y biológicos. El proceso aeróbico requiere una oxidación continua, lo que encarece el proceso y produce grandes cantidades de lodos que son inestables y requieren un tratamiento posterior.

El desarrollo de procesos anaeróbicos para el tratamiento de aguas residuales con diferente grado de carga orgánica, se está empleando actualmente por las ventajas que presenta frente a los procesos aeróbicos que se han establecido. Por lo tanto, se requiere un post tratamiento para la liberación de los organismos receptores o para su reutilización. En Cuba se han aplicado sistemas anaerobios para el tratamiento de residuos sólidos y líquidos, sin embargo, se han descrito muy pocos estudios sobre el

tratamiento de aguas residuales domésticas, centrándose en los residuos líquidos de establecimientos turísticos.

Por lo que la investigación “EVALUACIÓN DE LOS INDICADORES DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DEL DISTRITO DE TÚPAC AMARUPISCO 2020.”, tiene como aporte demostrar que la evaluación de los indicadores de contaminación ambientales, permitiría su cumplimiento normativo y sus efluentes puedan ser utilización para el riego de áreas de verdes o de cultivos del distrito.

# CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

## 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1.1. Situación problemática

En la Tierra, hay un estimado de 1.351 millones de km<sup>3</sup>; pero solamente el 0,003% es agua dulce, es decir, agua apta para consumo humano, saneamiento, agricultura e industria, gran parte de esta agua no está accesible para su uso. [1] “En el Perú hay un déficit de la cobertura por parte de las Entidades Prestadoras de Saneamiento (EPS) a nivel nacional: de las 50 (EPS) que brindan el servicio de alcantarillado, solo el 69.65 % alcanza a la población urbana. La población no cubierta vierte directamente sus aguas residuales sin tratamiento al mar, ríos, lagos, quebradas o las emplean para el riego de cultivos. De igual manera, en el Perú se generan aproximadamente 2 217 946 m<sup>3</sup> por día de aguas residuales descargadas a la red de alcantarillado de las (EPS), donde solo el 32 % de estas recibe tratamiento”.

[2] “El reúso de las aguas servidas domesticas en diferentes actividades antrópicas, como el riego de ecosistemas urbanos y áreas verdes, tiene implicancias en la salud ambiental y la salud

de los humanos que ingieren estos alimentos y utilizan los parques con fines recreativos, además surge la necesidad de identificar alternativas que sean eficaces y eficientes en la depuración, remoción de organismos patógenos, coliformes fecales que es la principal causa de las enfermedades gastrointestinales”.

La actividad industrial y comercial en el distrito de Túpac Amaru, provincia de Pisco, viene originando problemas de polución y contaminación en este escenario ambiental característico de nuestra región donde cada vez más importante específicamente por el crecimiento de la actividad comercial y poblacional últimamente y agudizándose por el arrojado de grandes volúmenes de vertimientos de las ARD como de la población demográfica, que origina diversos problemas ambientales debido a la ineficiente disposición final de las aguas residuales colindantes y de residuos sólidos orgánicos que son vertidos directamente a las fuentes de agua superficial, como humedales y suelo.

## **1.1.2. Formulación del problema**

### **1.1.2.1. Problema general**

¿Cuáles son indicadores de contaminación ambiental del efluente final de la PTARD del Distrito de Túpac Amaru-Pisco 2020?

#### **1.1.2.2. Problemas específicos**

1. ¿Cómo determinar los indicadores fisicoquímicos de contaminación ambiental del efluente final de la PTARD del Distrito de Túpac Amaru-Pisco 2020?
2. ¿Cómo determinar los indicadores microbiológicos de contaminación ambiental del efluente final de la PTARD del Distrito de Túpac Amaru-Pisco 2020?

### **1.2. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.2.1. Antecedentes a nivel internacional**

[3] “La disposición final del agua residual representa un problema que va en aumento debido al crecimiento demográfico, a nuevas prácticas de consumo y al crecimiento industrial. En Colombia menos del 50% de los municipios cuenta con una PTAR y muchas de ellas no cumplen con las condiciones normativas que garanticen la calidad del agua para su reusó, especialmente en actividades de tipo agrícola. También sigue siendo común que la disposición final de las aguas residuales se haga de manera

directa y sin tratamiento en los cuerpos de aguas superficiales, generando problemas de contaminación ambiental y en la salud pública; a razón de lo anterior, este proyecto tuvo como objetivo realizar una propuesta de mejora en la PTAR del municipio de Arbeláez con base en el sistema de Deer island WasteWater treatment plant, ya que desde el año 2002 esta planta no funciona adecuadamente por falta de mantenimiento y porque la descontaminación en la descarga solo llegaba al 50%”.

Macloni, D. (2014), en su tesis “*Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales para el Municipio de San Juan Chamelco, Alta Verapaz*”, planteo como objetivo diseñar una PTAR en este municipio. La investigación, determinó, en base a los resultados obtenidos, que el sistema propuesto para el tratamiento de estas aguas tendrá un 88,62%, de eficiencia de remoción de la carga contaminante. Este porcentaje basado en el nivel de remoción de DBO.

### **1.2.2. Antecedentes a nivel nacional**

El tratamiento y uso de aguas residuales comenzó en Perú en la década de 1960 con el establecimiento de lagunas de estabilización en Lima. Este sistema, está considerado como una opción tecnológica más viable para lograr la meta el tratamiento de estas aguas, pero, solamente han sido aplicados



en un porcentaje minoritario en el país (17,6%), debido principalmente a la crisis económica, que ha limitado la inversión en este campo.

[4] “Las plantas de Tratamiento de aguas residuales (PTAR) han ido incrementando en número en los últimos tiempos, sin embargo, estas aún son insuficientes tanto en número como en capacidad, llegando a cubrir solo un pequeño porcentaje de la población nacional; existiendo incluso ciudades que no cuentan con una PTAR y otras que, contando con estas, están en muy mal estado. El presente trabajo consiste en la evaluación de las percepciones que tiene la población del distrito de Poroto del departamento de La Libertad; de esta forma, entrevistar a la población aledaña durante los meses de marzo del 2019 a noviembre del 2019, determinando así la percepción e influencia de la presencia de las anteriormente mencionadas sobre ellos”.

Espinoza (2010), “*Planta de tratamiento de aguas residuales San Juan de Miraflores*” Tesis para optar el Grado de Máster en gestión ambiental, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura. Su objetivo fue diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales para reducir la contaminación del Océano Pacífico por los desagües del distrito de Miraflores y no afectar la salud poblacional. Diagnosticando y evaluando la efectividad

del sistema de tratamiento actual, de acuerdo a las lagunas de estabilización y seleccionar la alternativa óptima de acuerdo a los aspectos técnicos, económicos y ambientales y asegurar la calidad de las aguas residuales de salida en función a la ley.

Cedron Medina & Cribilleros Benites, (2017); En su tesis: “Diagnóstico del sistema de aguas residuales en Salaverry y propuesta de solución” “El régimen de tratamiento de aguas residuales proporcionado a los distritos de Moche y Salaverry, está combinado por tres unidades que procesan los afluentes de seis cuencas. Las unidades de tratamiento están compuestas por lagunas de estabilización con tratamientos primarios y secundarios, de acuerdo a los análisis químicos los efluentes no cumplen con los parámetros establecidos por la SUNASS, especialmente la DBO y la concentración de Coliformes, derramando aguas contaminadas al mar. En ese sentido, el estudio plantea verificar el estado situacional de las PTAR, para comprobar la deficiencia de los sistemas de tratamiento utilizadas, así como su capacidad para procesar las aguas residuales de las cuencas y permita la utilización de las aguas en planes agrícolas, la obtención de gas y abonos para de ese modo favorecer a aminorar el impacto ambiental causado por dichas plantas. Del análisis realizado, planteó la unificación de los afluentes en una sola PTAR y una planta de tratamiento con

procesos primario, secundario y terciario, operando la técnica de lodos y con un saneamiento al final del efluente, últimamente propuso que las aguas no contaminadas sean utilizadas para el riego de jardines, plantas de tallo alto y limpieza en general, que se pueden utilizar los lodos en la elaboración de abonos y la producción final de biogas como producto combustible”. (p.1)

#### **1.2.4. Antecedentes a nivel local**

No existen investigaciones de esta naturaleza a nivel local.

## **CAPÍTULO II: ASPECTOS TÉORICOS**

### **2.1. CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL**

[2] “La calidad del agua debe medirse mediante indicadores basados en el total de sus propiedades de los cuerpos de aguas, incluidos los parámetros físicos, biológicos, químicos y ecológicos. La selección de indicadores para análisis-evaluación de la calidad del agua residual debe ser de acuerdo con: a) El objetivo del estudio y b) Posibles riesgos de contaminación; de acuerdo con los Estándares de Calidad: Normas y Valores Guía. La evaluación es la determinación de las características biológicas y químicas naturales del agua mediante parámetros relacionados con la vida acuática, efectos en la salud de los humanos, en la salud de los ambientes acuáticos y de los ecosistemas. Puede tomar datos del monitoreo para definir la condición del agua, proveer las bases para identificar patrones y proporcionar datos Causa- Efecto (Aspectos e Impactos ambientales)”.

[2] “La calidad del agua según sus usos: El agua es evaluada considerando su calidad tomando en cuenta sus parámetros químicos, microbiológicos y físicos. El manual Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA et al.,1992), es considerado guía de métodos analíticos cualitativos y cuantitativos que

se siguen en Canadá y Estados Unidos para analizar-evaluar la calidad de las aguas (EPA 1999). En nuestro medio se fija la calidad a través de La nueva ley de recursos hidricos los criterios y LMP establecidos por la (OMS) y la Agencia Ambiental de los Estados Unidos (EPA) (INRENA, 1995)”.

**Tabla 1: Contaminantes en el agua residual**

Contaminante	Fuente	Efectos causados por la descarga del agua
Sustancias que consumen oxígeno(MO*biodegradable)	ARD y ARI (proteínas, carbohidratos, grasas, aceites).	Agotamiento del oxígeno, condiciones sépticas.
Sólidos suspendidos	ARD y ARI; erosión del suelo.	Depósito de lodo; desarrollo de condiciones anaeróbicas
Nitrógeno(nutriente) Fósforo (nutriente)	ARD, ARI y ARA ARD y ARI; descarga natural.	Crecimiento indeseable de algas y plantas acuáticas.
Microorganismos patógenos	ARD	Comunicación de enfermedades
Materia tóxica Metales pesados Compuestos orgánicos tóxicos	ARI ARA y ARI	Deterioro del ecosistema; envenenamiento de los alimentos en caso de acumulación.
MO refractario (Difícil de degradar biológicamente)	ARI (fenoles, surfactantes), ARD (surfactantes) y ARA (pesticidas, nutrientes); Materia resultante del decaimiento de la MO.	Resisten el tratamiento convencional, pero pueden afectar el ecosistema.
Sólidos inorgánicos disueltos Cloruros Sulfuros pH	Abastecimiento de agua, uso de agua Abastecimiento agua, uso agua, infiltración ARD y ARI ARI	Incremento del contenido de sal.
Olores H <sub>2</sub> S	Descomposición de ARD	Molestia pública

Fuente: Alaerts (1995).

### **2.1.1. Aguas residuales**

[4] “Las aguas residuales son aquellas que han sido usadas por el hombre, y deben ser desechadas, por contener en su composición gran cantidad de sustancias extrañas y/o microorganismos”.

#### **Importancia:**

[4]“Las aguas residuales, por contener gran cantidad de sustancias (algunas de ellas tóxicas) y microorganismos en su composición, pueden ser la causa de la transmisión de enfermedades de diferentes índoles, tanto para los seres humanos como los animales domésticos, como así mismo son agentes dispersores de distintos contaminantes que pueden afectar a la fauna y flora con la que entra en contacto”.

#### **Efecto del agua residual en la salud poblacional**

[2] “Las aguas servidas domestica indudablemente contienen organismos, patógenos especialmente y bacterias que causan enfermedades intestinales, como paratifoidea, tifoidea, enteritis, y disentería; también virus tales como la ictericia infecciosa y los de la polio. También, las aguas servidas y muchas comerciales, contienen huevos de parásitos de origen animal y humano (diferentes tipos de helmintos)”. Asimismo, [2] “las aguas residuales domesticas no solo tienen un efecto en la salud de las

personas sino de todo ser vivo. Plantas y animales biodiversidad, sino también de ecosistemas terrestres y acuáticos. Malogra la calidad del ambiental, la salud pública y salud ambiental, donde surge la necesidad de un adecuado tratamiento de cumplimiento con la normatividad nacional e internacional como son los LMP y los ECA, para prevenir y mitigar los riesgos ambientales e impactos ambientales”.

**Tabla 2: Tipos de aguas residuales**

Tipos de agua	Definición	Características
Agua residual doméstica	Producidas en las diferentes actividades al interior de las viviendas, colegios, etc.	Los contaminantes están presentes en moderadas concentraciones
Agua residual municipal	Son transportados por el alcantarillado de una ciudad o población	Contiene materia orgánica, nutrientes y patógenos, etc
Agua residual industrial	Las resultantes de las descargas de industrias	Su contenido depende del tipo de industria Y/o procesos industriales
Agua negra	Contiene orina y heces	Alto contenido de nutrientes, patógenos, hormonas y residuos farmacéuticos
Agua amarilla	Es la orina transportada con o sin agua	Alto contenido de nutrientes, hormonas y alta concentración de sales
Agua café	Agua con pequeña cantidad de heces y orina	Alto contenido de nutrientes, patógenos, hormonas y residuos
Agua gris	Provenientes de lavamanos, duchas, lavadoras	Tienen pocos nutrientes y agentes patógenos, por el contrario presentan máxima carga de productos y detergentes

Fuente: Romero R.L. (2011).

### **2.1.2. Tratamiento de aguas residuales**

[5] “El grado de tratamiento requerido para un agua residual depende fundamentalmente de los límites de vertido para el efluente, el objetivo básico del tratamiento de aguas es proteger la salud y promover el bienestar de los individuos miembros de la sociedad”. Asimismo, [5] “el tratamiento de aguas residuales incluye: tratamiento preliminar, destinado a la eliminación de residuos fácilmente separables y en algunos casos un proceso de pre-aireación; tratamiento primario, que comprende procesos de sedimentación y tamizado, utilizando metodologías físico-químicas para sacarle la parte más gruesa de sus contaminantes; tratamiento secundario, que comprende procesos biológicos aerobios y anaerobios y físico-químicos (floculación) para reducir la mayor parte de la  $DBO_5$  y el tratamiento terciario o avanzado que está dirigido a la reducción final de la  $DBO_5$ , metales pesados y/o contaminantes químicos específicos y la eliminación de patógenos, parásitos y nutrientes que no se eliminan con los tratamientos convencionales”.

Según Souza (1997), “la selección de tecnologías para la recolección y tratamiento del agua residual deberá considerar, cada vez en mayor medida, alternativas que incluyan el reúso del agua”.



### **2.1.3. Composición de aguas residuales domésticas**

[6] “La composición de las aguas residuales es muy variable en razón de los diversos factores que lo afectan. Entre estos se tiene el consumo promedio de agua por habitante y por día que afecta su concentración (cantidad) y los hábitos alimenticios de la población que caracteriza su composición química (calidad). En general, las aguas residuales contienen aproximadamente un 99,9% de agua y el resto está constituido por materia sólida. Los residuos sólidos están conformados por materia mineral y materia orgánica. La materia mineral proviene de los subproductos desechados durante la vida cotidiana y de la calidad de las aguas de abastecimiento. La materia orgánica proviene exclusivamente de la actividad humana y está compuesta por materia carbonacea, proteínas y grasas”

[6] “Las proteínas constituyen del 40 al 50% de la materia orgánica y están representadas por los complejos de aminoácidos y proporcionan la mayor parte de los nutrientes bacterianos. Aproximadamente un 50-60% de las proteínas se encuentran disueltas en las aguas residuales y un 20'-30% en la fracción sedimentable. La materia carbonacea está representada por los hidratos de carbono y que a su vez están constituidos por los almidones, los azúcares y la celulosa, de esta materia carbonacea, los dos primero son fácilmente degradables. Los

porcentajes de hidratos de carbono que se encuentran en forma disuelta y sedimentable so semejantes a las proteínas. Las grasas incluidas en los ácidos grasos no suelen ser solubles y se degradan más lentamente”.

#### **2.1.4. Planta de tratamiento (PTAR)**

Artículo 2º D.S. Nº 003-2010-MINAM, “*La planta de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales (PTAR) es una infraestructura y procesos que permiten la depuración de las aguas residuales Domésticas o Municipales*”, para disminuir los contaminantes y obtener la calidad del agua vertida.

#### **Grado de Eficiencia de la PTAR**

El nivel de eficiencia de una PTAR, se define como la reducción porcentual de indicadores acumulativos o de determinadas sustancias. En general, la eficiencia nos permite evaluar la capacidad de desempeño de un proceso o parte de un proceso, permitiéndonos comparar los resultados de la capacidad de procesamiento real, con la capacidad teórica estimada o con la capacidad de servicio.

**Tabla 3: Niveles y Procesos de Tratamiento de aguas residuales**

Nivel	Descripción	Tratamiento
PRELIMINAR	Remueve material causante de problemas operacionales como trapos, ramas, materiales, plásticos.	Rejas, tamices, desarenador, tanques de homogenización, trampas de grasa, medidor y repartidos de caudal
PRIMARIO	Remueve sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables para disminuir la carga orgánica	Sedimentador, unidades con inyección de aire tanque séptico Imhoff y tanques de flotación
SECUNDARIO	Procesos biológicos con una eficiencia de remoción de DBO soluble mayor a 80%	Lodos activados filtros percoladores humedales lagunas de estabilización. Reactores
TERCIARIO	Remueve sólidos suspendidos a través de microfiltración además en este nivel se remueven	Microfiltración, la coagulación y precipitación la absorción por carbón activado, cloración, destilación, oxidación química extracción por solvente remoción por espuma nitrificación - de nitrificación

Fuente: (RNE-Norma =S-090 PTAR)

### 2.1.5. Principales indicadores para el control del efluente del PTAR

[5] “El parámetro físico olor se encuentra asociados con materia orgánica en descomposición, algas y otros organismos microscópicos vivos que contienen aceites esenciales y otros compuestos olorosos; sales inorgánicas y productos metálicos de la corrosión; residuos industriales, particularmente sustancias fenólicas; cloro y sus compuestos de sustitución, que actúan como desinfectantes; compuestos orgánicos sintéticos no biodegradables”.

[5] “El parámetro color es debido a materia orgánica que proviene de vegetales muertos, sin el agua puede tomar color debido a otras causas. La turbiedad es debido a la presencia de arcilla, limo, materia orgánica finamente dividida, plancton u otro material inorgánico en suspensión, la turbiedad generalmente no afecta la salud, un alto grado de la misma puede proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección y estimular el desarrollo de bacterias, una norma para establecer la calidad física del agua es su aspecto el cual debe ser claro y transparente”.

[5] “La conductividad eléctrica es la medida de la resistencia que opone el agua al paso de la corriente eléctrica, depende de la concentración de iones disueltos en el agua, al ser elevada significa que existe valores de pH anómalos”.

[5] “Dentro de los parámetros físicos se encuentran los sólidos totales que son partículas orgánicas e inorgánicas que pueden estar presentes en las aguas residuales en forma suspendida o disuelta. Los SST están presentes en el agua debido a la acción de la erosión del agua sobre el medio (algas, arcillas, sedimentos, etc.), el vertido de aguas residuales con gran cantidad de sólidos en suspensión, generalmente de carácter orgánico y los vertidos de aguas industriales que contienen sólidos en suspensión, tanto

de naturaleza orgánica como inorgánica; sus principales efectos son proporcionar un aspecto desagradable al agua, contaminación orgánica e inorgánica, depósitos e incrustaciones, provocando la obstrucción de conductos. El término sólidos totales enmarca la materia coloidal, la materia disuelta, la materia sedimentable y la materia en suspensión”.

[5] “La temperatura del agua residual es por lo general mayor que la temperatura del agua para abastecimiento como consecuencia de la incorporación de agua caliente proveniente del uso doméstico e industrial. Es un parámetro muy importante porque afecta directamente las reacciones químicas y las velocidades de reacción, la vida acuática y la adecuación del agua para fines benéficos”. Asimismo, [5] “parámetros químico como el pH que es la medida de la concentración de iones de Hidrógeno, medida de la naturaleza ácida o alcalina de una solución acuosa, es un parámetro de calidad del agua importante ya que el rango adecuado para la existencia de la actividad biológica es bastante estrecho y crítico. La depuración biológica es factible en valores comprendidos entre 6,5 y 8,5”.

[1] “Demanda Biológica de Oxígeno: La prueba de la DBO, es un procedimiento de bioensayo que mide el oxígeno consumido por las bacterias al utilizarla materia orgánica de un residuo. Los

efectos de la nitrificación en efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales el efecto puede presentarse después de dos días a causa de la presencia de un gran número de bacterias nitrificantes en el efluente. La prueba se emplea para medir la eficiencia en las plantas de tratamiento de aguas residuales y determinar el poder contaminante de los residuos domésticos e industriales”.

[1] “Coliformes fecales (CF): El indicador de este grupo obedece a la presencia de materia fecal de animales y del ser humano en los ríos. Uno de los factores más importantes de contaminación microbiana para los cultivos, es que estas aguas son empleadas para riego de cultivos y usadas como vertederos de aguas residuales en que se han convertido los ríos. Los coliformes fecales o termotolerantes, denominados así porque soportan temperaturas hasta de 45°C, comprenden un número muy reducido de microorganismos, los cuales son “indicadores de calidad” por su origen. En su mayoría están representados por *E. coli*, sin embargo, se pueden encontrar de forma menos frecuente las especies como: *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae*”.

[1] “Los análisis bacteriológicos del agua constituyen uno de los parámetros más sensibles, las bacterias presentan una serie de estrategias fisiológicas que les permitan aprovechar los diferentes

recursos energéticos, en los contaminantes ambientes acuáticos. Las alteraciones fisicoquímicas o nutricionales del ambiente. Tales como el aporte de los efluentes o el escurrimiento de contaminantes desde la cuenca de drenaje producen un cambio en la estructura y densidad de las poblaciones microbianas”.

#### **2.1.6. Valores Admisibles**

[1] “La finalidad de los Valores Máximos Admisibles (VMA) es regular las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario. Aquello se asocia con los Usuarios No Domésticos (UND), que son personas naturales y jurídicas que realizan descargas de aguas residuales no doméstica (ARND) al sistema de alcantarillado. Estas aguas residuales son producidas por alguna actividad económica, ya sea comercial o industrial, distinta a la generada en preparación de alimentos, así como: 1. industrias. 2.- laboratorios, 3.- hospitales. 4.- lavanderías. 5.- camales, entre otros. Las sustancias que están prohibidas en las descargas son compuestos de hidrocarburos y sus derivados, disolventes orgánicos y pinturas, residuos sólidos o viscosos capaces de obstruir el libre flujo en los colectores, mezclas inflamables, radioactivas, explosivas, corrosivas, tóxicas o venenosas”.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **Agua potable:**

“Aquella que es bebible y apta para que sea consumida, sin que produzca ningún peligro o daño a las personas. Siendo un líquido ideal para el organismo de las personas” (Aguas Cordobesas, 2015, párr. 2).

### **Agua residual:**

Palacios (1991), establece que “las aguas residuales domesticas son aguas procedentes de las viviendas, oficinas y edificios comerciales que se conducen en forma combinada en alcantarillas subterráneas a una laguna de estabilización que generalmente están alejadas de la ciudad”.

### **Caudal:**

“Representa el volumen de un flujo de agua en unidades de tiempo, representada en litros por segundo, galones por minuto o metros cúbicos por segundo” (Pastor y Zegarra 2011, p. 27).

### **Mantenimiento:**

El mantenimiento se realiza con la finalidad de prevenir o corregir daños que se produzcan en las instalaciones (Medina, 2009).

### **Planta de tratamiento de agua residual (PTAR):**



Conjunto de obras, instalaciones y procesos que tienen como finalidad el tratamiento de las aguas contaminadas por factores químicos y biológicos (Santa María et al., 2013).

**Reservorio:**

Son unidades destinadas a compensar las variables horarias de caudal, garantizar la alimentación de la red de distribución, en casos de emergencia o cuando un equipo de bombeo trabaja varias horas al día únicamente, proveyendo el agua necesaria para el mantenimiento de presiones en la red de distribución (Rivera, 2004).

**2.3. MARCO LEGAL**

El marco legal peruano define los siguientes parámetros y valores relevantes para la construcción y operación de PTAR:

- ✓ **Ley General del Ambiente - Ley N° 2861,**  
Artículo 32 numeral 32.1-Límite Máximo Permisible–LMP,
- ✓ Decreto N° 003 – 2010 – MINAM D.S. N°003-MINAM
- ✓ Ley N° 29338 Ley de Recursos Hídricos-Artículo 1º: El Agua
- ✓ Estándares de calidad de agua (ECA) establecidos en el D.S. N° 002-2008- MINAM.

[1] “El numeral 22 del Artículo 2º de la Constitución Política del Perú se establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida, aquello

se asocia con lo establecido en el artículo 3º de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente adelante 20. El objeto de la norma se asocia con lo siguiente: mediante el D.S. N° 002-2008-MINAN, el D.S. N° 023-2009-MINAN y el D.S. N° 015-2015-MINAN, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, quedando sujeto a lo establecido en la legislación peruana 20. Los Estándares Nacional de Calidad Ambiental para agua (ECA-Agua), son indicadores de calidad ambiental, las cuales miden las concentraciones de elementos y sustancias en el agua. Su finalidad es fijar metas que representan el nivel a partir del cual se puede afectar significativamente el ambiente y a la salud humana; estas medidas se realizan en el cuerpo receptor del río”.

## **2.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

### **2.4.1. Justificación**

[1] “En el Perú, solamente se ha ejecutado el 30 % de la inversión pública en tratamiento de agua, de acuerdo al Plan Nacional de Saneamiento Urbano y Rural 2006 - 2015. La contaminación del agua ocurre a niveles primarios, secundarios y terciario de las fuentes de agua. Las sustancias que contaminan el agua son orgánicas e inorgánicas. En todos los casos, la contaminación del agua pone a la salud pública en peligro, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS)”. Por lo tanto, la

justificación de la investigación se fundamenta en la posibilidad técnica de la determinación de los indicadores de contaminación ambiental del efluente de la PTARD Túpac Amaru, para contribuir en la propuesta futura de la remediación y control de aguas como solución a una actual problemática ambiental en el ecosistema de los humedales de Pisco.

#### **2.4.2. Importancia**

[2] “El tratamiento de aguas residuales urbanas constituye un reto y una oportunidad. Un reto, al alrededor del 82% de las aguas servidas domesticas son derivadas sin ningún tratamiento en los ecosistemas o consumidos para fines agropecuarios, lo que ocasiona un problema de salud pública de mucha incidencia en varias ciudades del país. Es una oportunidad, porque estas aguas son consideradas valiosas tanto desde el punto de valor ecológico y valor económico”. El estudio es relevante por los aspectos ambientales de vigilancia y conservación de los ecosistemas, por la normas legales y la importancia de cumplir con la nueva ley de los recursos hídricos que tácitamente indican que toda actividad comercial e industrial debe considerar el impacto sobre el medio ambiente, debiendo en lo posible evitar los riesgos de ruptura del equilibrio de la zona en la parte adyacente a la actual PTARD.

## **2.5. OBJETIVOS**

### **2.5.1. Objetivo general**

Evaluar los indicadores de contaminación ambiental del efluente de la PTARD del Distrito de Túpac Amaru-Pisco 2020.

### **2.5.2. Objetivos específicos**

1. Determinar los indicadores fisicoquímicos de contaminación ambiental del efluente de la PTARD del distrito de Túpac Amaru-Pisco 2020.
2. Determinar los indicadores microbiológicos de contaminación ambiental del efluente de la PTARD del distrito de Túpac Amaru-Pisco 2020.

## **2.6. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

### **2.6.1. Hipótesis principal**

La evaluación de los indicadores de contaminación ambiental del efluente de la PTARD del distrito de Túpac Amaru-Pisco 2020, determinan su reutilización.

### **2.6.2. Hipótesis específicas**

1. La determinación de los indicadores fisicoquímicos de contaminación ambiental del efluente final de la PTARD del distrito de Túpac Amaru-Pisco 2020, determinan su reutilización.
2. La determinación de los indicadores microbiológicos de contaminación ambiental del efluente final de la PTARD del distrito de Túpac Amaru-Pisco 2020, determinan su reutilización

## **2.7. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN**

### **2.7.1. Variable independiente**

Indicadores de contaminación ambiental

### **2.7.2. Variable dependiente**

Efluentes de la PTARD del Distrito de Túpac Amaru-Pisco

### **2.7.3. Operacionalización de variables**

Se muestra en la Tabla N° 4

**Tabla N° 4: Operacionalización de las variables**

VARIABLES		INDICADORES	ÍNDICES
INDEPENDIENTE	INDICADORES DE CONTAMINACIÓN AMBOENTAL	Análisis de los parámetros Físicos, Químicos y biológicos de aguas residuales	LMP
		Temperatura	LMP
		Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	LMP
		Sólidos Sedimentables Totales (SST)	LMP
		Demanda Química de Oxígeno (DQO)	LMP
		pH	
DEPENDIENTE	EFLUENTES DE LA PTARD DEL DISTRITO DE TUPAC AMURU-PISCO	Existencia de Coliformes Fecales	LMP <sup>1</sup>
		Sistema de Tratamiento	LMP
		Volumen	LMP
		Caudal	LMP

## **CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. METODOLOGIA**

#### **3.1.1. Tipo, nivel y diseño de la investigación**

- Tipo: Aplicada
- Nivel: Descriptiva-transversal
- Diseño: Experimental-descriptivo

### **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

#### **3.2.1. Población**

Efluentes de la PTARD, del Distrito de Túpac Amaru-Pisco

#### **3.2.2. Muestra**

Toma de muestras del efluente de la PTARD, del Distrito de Túpac Amaru-Pisco

### **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.3.1. Técnicas de recolección de datos**

- ✓ Información obtenida de parte del personal que labora en la PTARD
- ✓ Verificación en campo del sistema de tratamiento

#### **Técnicas de Laboratorio:**

Se caracterizó el efluente del PTARD con la toma de muestras, durante dos meses de operación y se analizarán los resultados. Seguidamente se realizaron pruebas a nivel de laboratorio e interpretaron los resultados, para determinar la calidad de agua tratada.

#### **3.3.2. Instrumentos de recolección de datos**

Se desarrollaron las siguientes etapas:

- ✓ Fuentes bibliográficas: revisión de bibliografía, documentos, estadísticas y protocolos de laboratorio.
- ✓ Sistematización de la información
- ✓ Consultas técnicas

#### **3.3.3. Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de datos**

Se emplearon:

- ✓ Microsoft Excel: para el cálculo y gráfica de los resultados de laboratorio.



- ✓ Microsoft Word: Para la edición del informe de investigación
- ✓ Los datos se han interpretado, en base a la normativa de SUNASS.

## **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE TUPAC AMARU-PISCO**

Ubicada en el suroeste del distrito de Túpac Amaru, con un caudal promedio diario de 30 l/seg de aguas residuales que provienen de las localidades de Túpac Amaru, P.J. Casalla y P.J. San Miguel.

Presenta dos lagunas de estabilización de tipo facultativa operadas en serie:

- ✓ Las lagunas de estabilización, formada por estanques, donde se descarga aguas residuales produciendo la estabilización de la materia orgánica y la reducción bacteriana.
- ✓ Las lagunas facultativas, caracterizadas porque el contenido de oxígeno varía de acuerdo con la hora del día y la profundidad.
  - Dimensiones: 90 m ancho x 90 m de largo x 2,5 m de profundidad.
  - Diques y fondos de las lagunas, contruidos con suelo compactado.
  - Área: 2,5 ha
  - Construida: Año 1995

### **Estación de bombeo Casuarinas:**

Se encuentra en el P.J. San Miguel, bombea los desagües a las redes del Distrito de Túpac Amaru, construido en el año 1998, cuenta con dos electrobombas verticales de 3 HP.

### **Características de la estación de bombeo del agua residual**

- ✓ Antigüedad: 10
- ✓ Estado físico: Regular
- ✓ Potencia: 3 HP
- ✓ Caudal de bombeo (l/s): 10,0
- ✓ N° de bombas: 2

### **Interceptores y Emisores**

El Distrito de Túpac Amaru, descarga sus aguas residuales a las lagunas facultativas, a través de un emisor general; que recolecta los desagües de Túpac Amaru, San Miguel y Casalla.

### **Características de los emisores**

- ✓ Diámetro: 400 mm
- ✓ Longitud: 661,70 m
- ✓ Antigüedad: 28
- ✓ Estado físico: Regular
- ✓ Material: CSN
- ✓ Caudal actual: 24,0 l/s

- ✓ Capacidad máxima: 65 l/s

Compuesta por dos cámaras: una seca y otra húmeda. La cámara seca tiene dos electrobombas verticales de 3 HP c/u, que logran una capacidad de bombeo de 12 l/seg. La cámara húmeda tiene una capacidad de recepción de 25 m<sup>3</sup> de aguas residuales.

La PTARD del distrito de Túpac Amaru, Casalla y San Miguel, está compuesto por una batería de 02 lagunas facultativas en paralelo, ubicadas en la zona sur del distrito, no tiene un mantenimiento adecuado lo que ha provocado el crecimiento de vegetación y genera olores desagradables.

**Tipo de tratamiento:**

- ✓ Primarias: Lagunas facultativas
- ✓ Unidades: 2
- ✓ Área: 1 has
- ✓ Caudal actual: 24 l/s
- ✓ Caudal máximo: 25 l/s

El distrito de Túpac Amaru cuenta con otra PTARD, las cuales, en conjunto tienen una capacidad de 185 l/s, cubriendo de esta manera la demanda, sin embargo en los próximos años, se incrementará este requerimiento ocasionando problemas de tratamiento.

#### 4.1.1. Procedimiento Experimental

##### Recursos Materiales:

- ✓ Fiolas
- ✓ Matraces erlenmeyer
- ✓ Pipetas
- ✓ Probetas
- ✓ Embudo
- ✓ Vasos de precipitación
- ✓ Pinzas
- ✓ Papel filtro, etc.

##### Equipos e instrumentos

- ✓ Balanza
- ✓ Equipo multiparametro
- ✓ Horno de 600 °C
- ✓ Desecador
- ✓ Termómetro ambiental
- ✓ El termómetro utilizado para medir la temperatura tiene rango de: -40 + 50 °C – pH-metro.

##### Reactivos

- ✓ Kit de insumos Colorimétrico.
- ✓ Ácido nítrico Q.P.
- ✓ Ácido sulfúrico Q.P.

- ✓ Ácido Nítrico Q.P.
- ✓ Nitrato de plata.
- ✓ Hidróxido de sodio.
- ✓ Agua destilada.

### **Toma de muestras**

- ✓ Se emplearon frascos de vidrio esterilizados de 500 ml.
- ✓ Se tomó la muestra, introduciendo el frasco en sentido contrario a la corriente de agua, se colocó la tapa y se etiquetó.
- ✓ Se colocaron las muestras en refrigeración, para su conservación y análisis en laboratorio.
- ✓ Los análisis físicos, químicos y bacteriológicos tienen, se realizaron en los Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga.

### **Parámetros de medición en el Laboratorio**

- **Potencial de Hidrógeno (pH)**

Se registró los valores del efluente del PTARD del distrito de Túpac Amaru-Pisco, el valor debe estar dentro de los LMP para residuos líquidos que van a ser vertidos directa o indirectamente en cuerpos de agua. Las mediciones se efectuarán manipulando el método

potenciométrico con un phmetro Schoott Gerate CG 818 con 0,01 de límite de detección.

- **Temperatura**

Se determinará los promedios de Temperatura del efluente de la PTARD del distrito de Túpac Amaru-Pisco, mediante el termómetro del oxímetro Hanna HI 9143.

- **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

Las muestras obtenidas del efluente de la PTARD del distrito de Túpac Amaru-Pisco, se analizaron mediante el método del refluo cerrado  $K_2 Cr_2 O_7$ .

- **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)**

La muestra o dilución adecuada, fue incubada por 5 días a 20°C en la oscuridad, midiéndose la concentración de oxígeno disuelto antes y después de la incubación, el consumo de oxígeno corresponde a la DBO<sub>5</sub>.

- **Sólidos Totales**

Se determinó por el método gravimétrico. Método de Ensayo: Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 – 105 Oc.

- **Parámetros Bacteriológicos**

La siembra y el conteo se realizaron siguiendo la metodología de 3M™ Petrifilm.

#### 4.1.2. Resultados de los análisis los parámetros de medición en campo

Tabla N° 5

pH

MUESTRAS	EFLUENTE DEL PTARD:TUPAC AMARU-PISCO
MUESTRA 1	7,25
MUESTRA 2	7,41
MUESTRA 3	7,31
MUESTRA 4	7,20
MUESTRA 5	7,30
PROMEDIO	7,294





**Tabla 6**

**Temperatura (°C)**

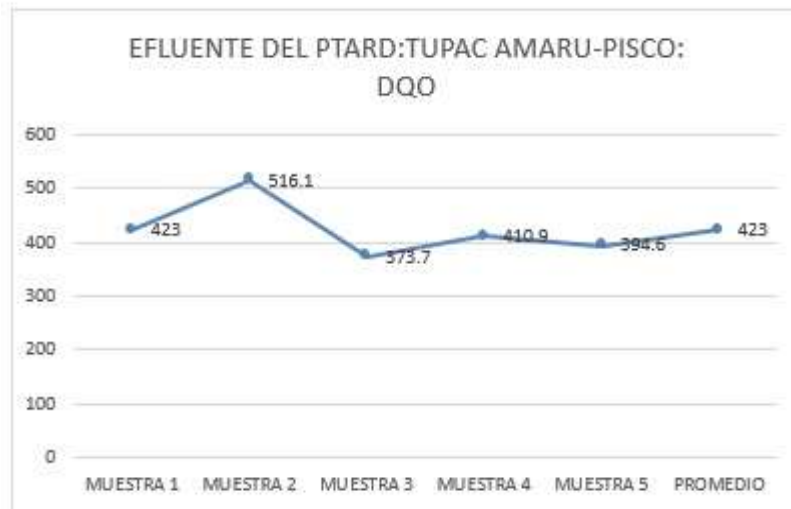
<b>MUESTRAS</b>	<b>EFLUENTE DEL PTARD:TUPAC AMARU-PISCO</b>
MUESTRA 1	22,30
MUESTRA 2	24,09
MUESTRA 3	25,20
MUESTRA 4	23,31
MUESTRA 5	22,11
PROMEDIO	<b>23,40</b>



**Tabla 7**

**Demanda Química de Oxígeno (DQO)  
(mg/L)**

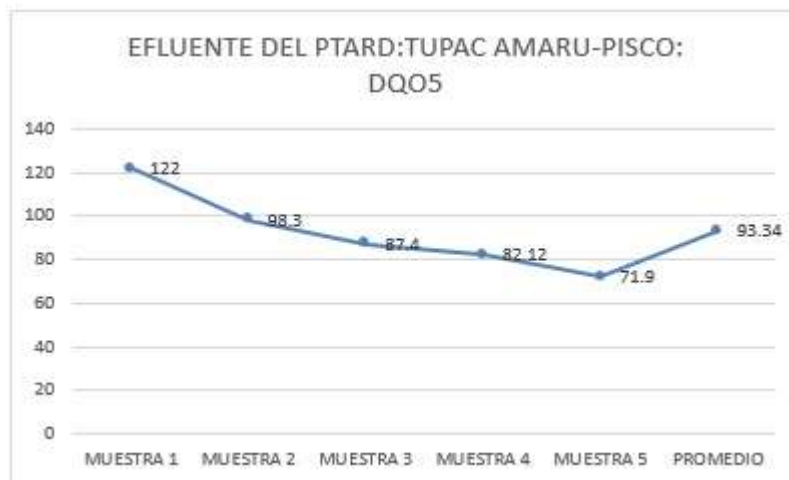
<b>MUESTRAS</b>	<b>EFLUENTE DEL PTARD:TUPAC AMARU-PISCO</b>
MUESTRA 1	423,0
MUESTRA 2	516,1
MUESTRA 3	373,7
MUESTRA 4	410,9
MUESTRA 5	394,6
PROMEDIO	423,0



**Tabla 8**

**Demanda Bioquímica de Oxígeno en 5 días (DQO<sub>5</sub>)  
(mg/L)**

MUESTRAS	EFLUENTE DEL PTARD:TUPAC AMARU-PISCO
MUESTRA 1	122,0
MUESTRA 2	98,3
MUESTRA 3	87,4
MUESTRA 4	82,12
MUESTRA 5	71,9
PROMEDIO	93,34



**Tabla 9**

**Sólidos Totales en Suspensión  
(ml/L)**

MUESTRA 1	172,0
MUESTRA 2	181,3
MUESTRA 3	190,0
MUESTRA 4	169,4
MUESTRA 5	170,0
PROMEDIO	176,54

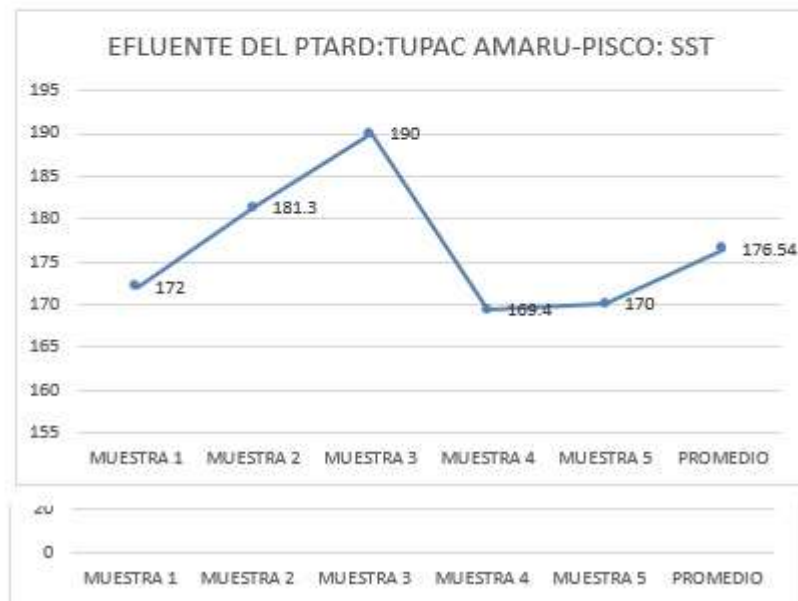


Tabla 10

**Aceites y grasas**  
**(mg/l)**

MUESTRAS	EFLUENTE DEL PTARD:TUPAC AMARU-PISCO
MUESTRA 1	38,5
MUESTRA 2	44,1
MUESTRA 3	39,7
MUESTRA 4	47,0
MUESTRA 5	39,7
PROMEDIO	41,8

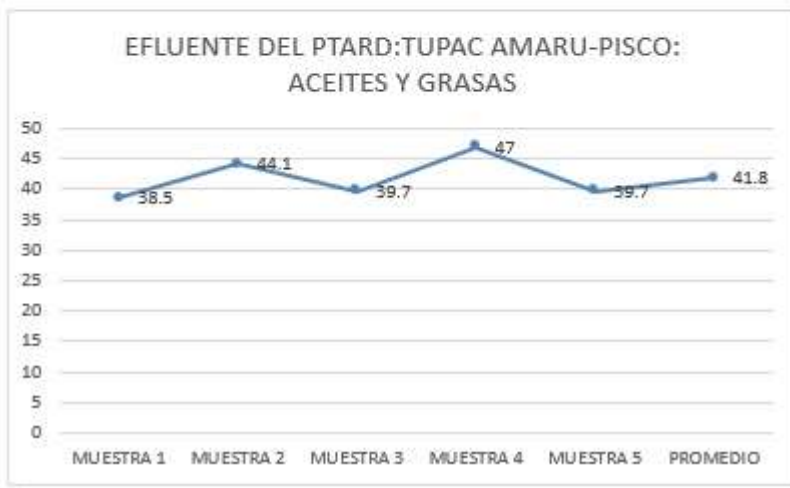
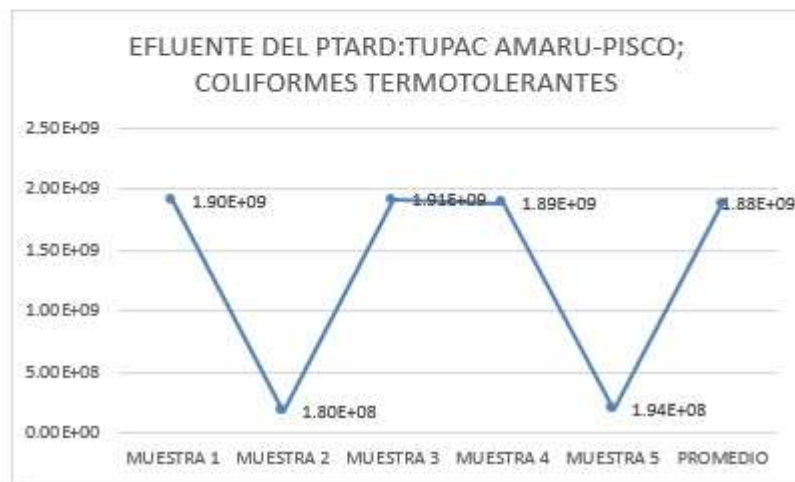


Tabla 11

**Coliformes Termotolerantes  
(NMP/100 ml)**

MUESTRAS	EFLUENTE DEL PTARD:TUPAC AMARU-PISCO
MUESTRA 1	1,90E+09
MUESTRA 2	1,80E+08
MUESTRA 3	1,91E+09
MUESTRA 4	1,89E+09
MUESTRA 5	1,94E+08
PROMEDIO	1,88E+09



### **4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **Características de las aguas residuales**

Las aguas residuales del PTARD Túpac Amaru-Pisco, se caracteriza por ser aguas residuales domésticas, que son de origen residencial (desechos humanos, baños, cocina) y otros de uso similares, que son recolectados por sistemas de alcantarillado (comercial, servicios e industrias).

En relación a la forma de disposición de excretas de los usuarios actuales o potenciales, se resalta que las aguas residuales urbanas, generalmente son recolectadas mediante sistemas de alcantarillado, conducidas a plantas de tratamiento, para control de materia orgánica y microbiológica y posteriormente son conducidas y dispuestas a fin de no contaminar el medio ambiente.

#### **Resultados de parámetros analizados**

De acuerdo a los análisis de laboratorio que se detallan en la tabla 12

**Tabla 12: Resultado de parámetros anualizados**

PARAMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA UN VERTIMIENTO A UN CUERPO DE AGUA (D.S. N°003-2010-MINAM)	RESULTADOS	OBSERVACION
1. pH		6,5-8,5	7,294	Si cumple
2. Temperatura	°C	< 35	23,40	Si cumple
3. Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	200	423,0	No cumple
4. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DQO <sub>5</sub> )	mg/L	100	93,94	Si cumple
5. Solidos Totales en suspensión	ml/L	150	176,54	Si cumple
6. Aceites y grasas	mg/L	20	41,8	No cumple
7. Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	10,000	1,88E + 09	No cumple

- ✓ El DQO, Aceites y Grasas, y los Coliformes Termotolerantes, son los indicadores que sobrepasan los valores del LMP de las aguas residuales tratadas.
- ✓ El aceite y la grasa es un parámetro difícil de eliminar, ya que está muy asociado a los hábitos de consumo de las personas, generando en gran parte los problemas estéticos a las lagunas.
- ✓ Los Coliformes Termotolerantes y el DQO, son indicadores que están relacionados, produciendo la colmatación del sistema; asimismo,



debido al ineficaz mantenimiento de la PTARD, se generan fallas en su funcionamiento. [2] “Los microorganismos de las aguas servidas derivan de restos humanos y de animales que están contaminados y son portadores de muchas enfermedades. Dentro de organismos patógenos existentes en las aguas servidas están, los virus, las bacterias, los protozoos y los helmintos. Los patógenos que pueden ser defecados por personas y los animales provocan enfermedades intestinales como la disentería, diarrea, la fiebre tifoidea, paratifoidea y cólera. Estos organismos presentan alta peligrosidad, son los causantes de gran número de fallecimientos en países con escasos de saneamiento básico, especialmente en zonas de bajos recursos”.

- ✓ El pH de la investigación fue de 7,294.
  
- ✓ La T° promedio de la investigación fue de 23,40°C. [2] “Las aguas residuales domésticas tienen mayor temperatura que las aguas de abastecimiento, esto se debe generalmente a las derivaciones de agua caliente de origen industrial y de uso urbano. Medir esta propiedad física es de mucho valor considerando que las principales operaciones biofísicas para la depuración de las aguas servidas dependen de la temperatura (T°), porque afecta directamente las velocidades de reacción y reacciones químicas mismas. La T° de las aguas servidas varía en función de la estacionalidad y de la geografía del lugar donde se instalará la planta de tratamiento. En regiones de

temperatura baja varía entre de 7°C a 18°C mientras que en regiones de alta temperatura varía entre 13°C y 30°C”..

## CONCLUSIONES

Actualmente, la PTAR Túpac Amaru-Pisco no cuenta con la tecnología suficiente para descontaminar las aguas residuales, ya que su sistema, que está compuesto por lagunas de estabilización, son sub dimensionados, tiene una eficiencia menor al 50% en relación a su caudal.

La PTAR evacua el efluente, con un DQO de 423,0mg/L y de Coliformes Termotolerantes de 1,88E+09mg/L, que incumplen los LMP de DBO de 100 mg/L y de Coliformes Termotolerantes de 1E mg/L.

Las caracterizaciones de las aguas residuales de la PTARD Túpac Amaru-Pisco, corresponden a la denominación de domésticas, considerando además que los afluentes de las industrias y otros locales que generen grasas u otros elementos contaminantes deben tener un tratamiento preliminar en sus aguas residuales antes de ser evacuados a la red pública.

## RECOMENDACIONES

Para minimizar el impacto ambiental de las descargas de agua, se recomienda complementar estudios similares, dada la especificidad de cada área, con análisis de costos de operación y mantenimiento para determinar el nivel de inversión.

Actualmente no existen estrategias para el mejoramiento en el monitoreo del efluente de la PTARD del distrito de Túpac Amaru-Pisco, por lo que se recomienda realizar un continuo monitoreo de este efluente y cumplir con los objetivos de la Política Nacional para la gestión integral del recurso hídrico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] J. Salazar, "Evaluación del impacto de las aguas residuales sobre la calidad del agua del río Tarma en el periodo 2015 - 2019," Universidad Continental, 2020.
- [2] F. Vásquez Perdomo, "Tratamiento de aguas residuales por sistema compacto de aireación extendida para el riego de áreas verdes en el distrito de Comas," Universidad Nacional Federico Villarreal, 2020.
- [3] G. Rodríguez Escobar, "Propuesta de mejora de la planta de tratamiento de aguas residuales de Arbelaez a partir del sistema de Deer Island Wastewater Treatment Plant," Universidad Católica de Colombia, 2019.
- [4] W. R. Revilla Romero and G. A. Valdivieso Chávez, "Evaluación De La Percepción De La Población Respecto Del Funcionamiento De La Planta De Tratamiento De Aguas Residuales (Ptar) Del Distrito De Poroto," Universidad Privada Del Norte, 2019.
- [5] V. Garza Almanza *et al.*, "Indicadores para la evaluación del impacto al ambiente y la salud de las aguas residuales municipales no tratadas," *Repos. Inst. la Univ. Técnica Ambato*, p. 247, 2014.
- [6] E. M. Gonzales Ccanto and R. C. Quispe Escobar, "Influencia de los microorganismos eficaces (EM) en el tratamiento de aguas residuales domésticas en el distrito de Huancavelica en el 2020," Universidad Nacional de Huancavelica, 2020.

# **ANEXOS**

### ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MARCO TEÓRICO	MÉTODO
<p><b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Cuáles son los indicadores de contaminación ambiental del efluente final de la PTARD del distrito de Túpac Amaru-Pisco?</p> <p><b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b> 1. ¿Cómo determinar los indicadores fisicoquímicos de contaminación ambiental del efluente la PTARD del Distrito de Túpac Amaru-Pisco? 2. Cómo determinar los indicadores fisicoquímicos de contaminación ambiental del efluente la PTARD del Distrito de Túpac Amaru-Pisco?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Evaluación de los indicadores de contaminación ambiental del efluente final de la PTARD del distrito de Túpac Amaru-Pisco.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS:</b> 1. Determinar los indicadores fisicoquímicos de contaminación ambiental del efluente la PTARD del Distrito de Túpac Amaru-Pisco. 2. Determinar los indicadores fisicoquímicos de contaminación ambiental del efluente la PTARD del Distrito de Túpac Amaru-Pisco.</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL:</b> La evaluación de los indicadores de contaminación ambiental del efluente final de la PTARD del distrito de Túpac Amaru-Pisco, determinan su reutilización.</p> <p><b>HIPÓTESIS ESPECIFICOS</b> 1. La determinación de los indicadores fisicoquímicos de contaminación ambiental del efluente la PTARD del Distrito de Túpac Amaru-Pisco, determinan su reutilización. 2. La determinación de los indicadores fisicoquímicos de contaminación ambiental del efluente la PTARD del Distrito de Túpac Amaru-Pisco determinan su reutilización</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE: X</b>  Indicadores de contaminación ambiental</p> <p><b>VARIABLE DEPENDIENTE: Y</b> Efluente de la Planta de Tratamiento de Túpac Amaru-Pisco</p>	<p>DBO<sub>5</sub> SST DQO pH T<sub>w</sub> Aceites y grasas Coliformes Fecales</p> <p>Sistema de tratamiento Volumen Caudal</p>	<p>Aguas residuales</p> <p>Planta de tratamiento de aguas residuales</p>	<p><b>TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN :</b> aplicada <b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b> Nivel de investigación descriptiva - transversal El diseño de investigación es Experimental-Descriptivo</p> <p><b>UNIVERSO</b> Efluentes de la PTARD Túpac Amaru-Pisco</p> <p><b>MUESTRA:</b> Muestra en cinco puestos de monitoreo del efluente de la PTARD Túpac Amaru-Pisco.</p>